

Combustion engine cylinder liner set casting joins liners in sequence by side welds and includes cooling channels in liners all arranged at spacing matching cylinder bore interval.

Publication number: DE10235910

Publication date: 2004-02-26

Inventor: GOHRBANDT UWE (DE); KRUG PETER (DE);
BAUMGARTEN JUERGEN (DE)

Applicant: PEAK WERKSTOFF GMBH (DE)

Classification:


- international: *F02F1/00; F02F1/10; F02F1/14; F02B75/18; F02F1/00;
F02F1/02; F02B75/00; (IPC1-7): B22D15/02;
B22D21/04; F02F7/00*

- european: F02F1/10S

Application number: DE20021035910 20020806

Priority number(s): DE20021035910 20020806

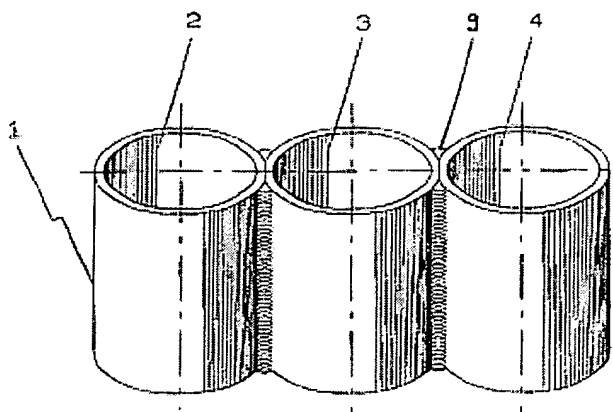
Also published as:

 WO2004015260 (A1)

Report a data error here

Abstract of DE10235910

Lightmetal alloy cylinder liners with included hard phases are cast into an engine cylinder block with liner series (2,3,4) at axial spacing to cylinder bore spacing in a positive or forcible conjunction. The liners have join welds (9) laid by laser, electrobeam or friction machines or otherwise dovetailed. The liners have external flats for join abutments and cooling channels open to one side and grooved out of liner surrounds, the channels possibly cast in at fuel burn level. Liner thickness is around 4 mm for inclusion in crankcase unit.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 35 910 A1** 2004.02.26

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **102 35 910.5**
(22) Anmeldetag: **06.08.2002**
(43) Offenlegungstag: **26.02.2004**

(51) Int Cl.⁷: **B22D 15/02**
B22D 21/04, F02F 7/00

(71) Anmelder:
PEAK-Werkstoff GmbH, 42553 Velbert, DE

(74) Vertreter:
Grättinger & Partner (GbR), 82319 Starnberg

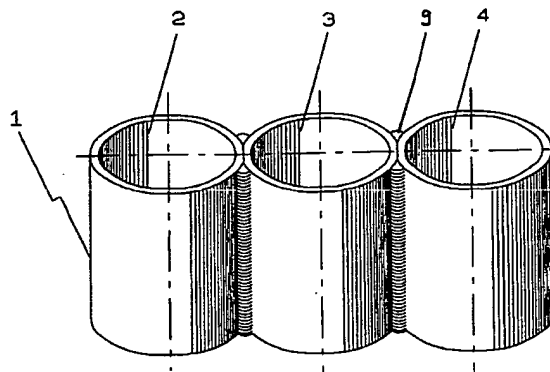
(72) Erfinder:
Gohrbandt, Uwe, Dr., 42781 Haan, DE; Krug, Peter, Dr., 42555 Velbert, DE; Baumgarten, Jürgen, Dr., 42283 Wuppertal, DE

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verbund von Hohlprofilen aus Leichtmetall-Legierung**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft einen Verbund von zylindrischen Hohlprofilen aus einer Leichtmetall-Legierung mit eingelagerten Hartphasen zum Eingießen als Zylinderlaufbuchsen in einen Zylinderblock eines Verbrennungsmotors, bei welchem eine Mehrzahl von Hohlprofilen (2, 3, 4) in einer reihenförmigen Anordnung, in welcher der Achsenabstand der Hohlprofile dem Zylinderbohrungsmittenabstand des Zylinderblocks entspricht, kraft- und/oder formschlüssig gefügt sind.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung liegt auf dem Gebiet der Kraftfahrzeugmotortechnik und betrifft insbesondere zylindrische Hohlprofile, die als Zylinderlaufbuchsen in den Zylinderblock bzw. das Kurbelgehäuse eines Hubkolben-Verbrennungsmotors eingegossen werden sollen.

[0002] Heutzutage werden die Zylinderblöcke bzw. Kurbelgehäuse von Verbrennungsmotoren zur Verminderung des Gewichts im allgemeinen aus legiertem Aluminium gefertigt. Kostengünstige, gut gießfähige und gut zu bearbeitende Aluminiumlegierungen sind jedoch mit dem Nachteil einer verhältnismäßig niedrigen Warmfestigkeit und einem schlechten Verschleißwiderstand an den Kolbenaufläufen der Zylinderbohrungen verbunden. Derartige Aufläufen sind deshalb als direkte Laufpartner für die Kolben mit Kolbenringen ungeeignet.

[0003] Um die Verschleißfestigkeit der Kolbenaufläufen zu erhöhen, ist bekannt Zylinderlaufbuchsen vorzusehen, die beispielsweise aus einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung gefertigt sind.

[0004] Problematisch ist hierbei die verschieb- und dreh sichere Fixierung der Zylinderlaufbuchsen im Zylinderblock bzw. Kurbelgehäuse. Diese werden hierzu entweder nachträglich in den fertig bearbeiteten Zylinderblock eingesetzt, insbesondere eingepresst oder thermisch gefügt, oder beim Gießen des Zylinderblocks mit der Aluminiumlegierung umgossen, wobei das Eingießen der Zylinderlaufbuchsen als der bevorzugte Fertigungsverfahren angesehen werden kann.

[0005] Beim Eingießen der Zylinderlaufbuchsen werden diese bislang einzeln in die Gießform des Kurbelgehäuses eingelegt, beispielsweise auf konische Pinolen aufgesteckt, und anschließend mit der Aluminiumlegierung umgossen. Wenn keine besonderen Vorkehrungen getroffen werden, wirft jedoch auch dieses Verfahren technische Probleme auf, die sich insbesondere aus einer minimal einzuhaltenden Stegbreite zwischen den Laufbuchsen beim Eingießen ergeben. So ist es bei dem üblicherweise eingesetzten Druckgussverfahren notwendig, einen Abstand von wenigstens einigen Millimetern (im allgemeinen 2-3 mm) zwischen den Laufbuchsen einzuhalten, damit eine vollständige Füllung des Raums zwischen den Laufbuchsen mit Schmelze gewährleistet ist, und die Laufbuchsen nach Erkalten der Schmelze verschieb- und dreh sicher im Zylinderblock fixiert sind. Dies gilt umso mehr für die hierbei weniger häufig eingesetzten langsam füllenden Gießverfahren, wie Kokillenguss und Sandguss, bei denen für ein vollständiges Eingießen der Laufbuchsen noch wesentlich größere Abstände zwischen den Laufbuchsen eingehalten werden müssen.

[0006] Bei der Fertigung von Verbrennungsmotoren ist der Zylinderbohrungsmittlenabstand eine zentrale Größe bei der Auslegung des Motors, deren Änderung weit reichende konstruktive Änderung nach sich

ziehen würde. Um derartige Schwierigkeiten zu vermeiden, wird der Zylinderbohrungsmittlenabstand in praxi als quasi konstante Größe angesehen. Gleiche Einschränkungen gelten für die Baulänge des Zylinderblocks und damit einhergehend die maximale Länge der darin eingegossenen Laufbuchsen, welche den maximal möglichen Kolbenhub vorgibt. Hieraus folgt, dass durch den gießtechnisch bedingten notwendigen Minimalabstand zwischen den Laufbuchsen, welcher den Durchmesser der Zylinderräume limitiert, bei einer gegebenen Auslegung des Motors dem maximal erzielbaren Hubraum nachteilige Einschränkungen auferlegt sind.

[0007] Ferner hat sich gezeigt, dass wenn der Abstand zwischen den in den Zylinderblock eingegossenen Laufbuchsen klein ist, die Festigkeit des Stegbereichs zwischen den Laufbuchsen abnimmt. Dies gilt insbesondere für die Verwindungssteifigkeit des Zylinderkurbelgehäuses, welches beim Betrieb des Verbrennungsmotors bekanntlich hohen tordierenden Belastungen standhalten muss. Vor allem wenn der Verbrennungsmotor mit hohen Drehzahlen läuft, besteht die Gefahr, dass Risse oder Brüche im Stegbereich zwischen den Laufbuchsen auftreten, welche schlimmstenfalls eine Lockerung der Laufbuchsen und einen dadurch bedingten Ausfall des Motors zur Folge haben können.

[0008] Als weiterer Punkt ist anzuführen, dass in modernen Verbrennungsmotoren die zwischen Zylinderkopf und Zylinderblock befindliche Zylinderkopfdichtung aufgrund immer höherer Temperaturen und Drücke im Brennraum immer stärker belastet wird. Um Undichtigkeiten zu vermeiden, muss der Zylinderkopf deshalb mit einer ausreichend hohen Kraft auf den Zylinderblock gedrückt ("vorgespannt") werden, wobei jedoch zu beachten ist, dass eine zu hohe Presskraft zu unerwünschten Formänderungen an Zylinderkopf oder Zylinderblock führen kann. Insbesondere wird durch eine hohe Presskraft des Zylinderkopfs eine plastische Verformung von Material unterhalb der Zylinderkopfdichtung ("Druckkriechen") begünstigt. Dieser Effekt tritt vor allem im Bereich der Stege unterhalb der in dieser Hinsicht nachteiligen Sicken der Zylinderkopfdichtung auf, wodurch insbesondere bei Vorliegen kleiner Zylinderbohrungsmittlenabstände Undichtigkeiten entstehen können.

[0009] Weiterhin tritt bei den herkömmlichen Verfahren zum Eingießen der Laufbuchsen in den Zylinderblock oft das Problem auf, dass die auf die Pinolen aufgesteckten Laufbuchsen nicht hinreichend fest fixiert werden können und sich während des Eingießprozesses bewegen, was sich in der Praxis als ein häufiger Grund für die Produktion von Ausschuss erwiesen hat.

[0010] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt darin, die eingangs geschilderten Nachteile der im Stand der Technik bekannten Verfahren zum Eingießen von Hohlprofilen in einen Zylinderblock zu überwinden.

[0011] Erfindungsgemäß wird zu diesem Zweck ein

Verbund aus zylinderförmigen Hohlprofilen, welche aus einer Leichtmetall-Legierung mit eingelagerten Hartphasen gefertigt sind, zum Eingießen in einen Zylinderblock als Zylinderlaufbuchsen eines Verbrennungsmotors gezeigt, bei welchem Verbund eine Mehrzahl von Hohlprofilen in einer reihenförmigen Anordnung, in welcher der Abstand zwischen den Hohlprofilachsen dem Zylinderbohrungsmittenabstand des Zylinderblocks entspricht, kraft- und/oder formschlüssig gefügt sind. Die Hohlprofile sind somit derart gefügt, dass die Anordnung ihrer Hohlräume der Anordnung der gegebenenfalls noch weiter zu bearbeitenden Zylinderräume des Zylinderblocks entspricht.

[0012] Da die Hohlprofile bereits gefügt sind und deshalb beim Umgießen keine Schmelze mehr in den Zwischenraum zwischen den Hohlprofilen fließen muss, kann der Abstand zwischen den als Laufbuchsen einzugießenden Hohlprofilen in vorteilhafter Weise kleiner als bei dem herkömmlichen Eingießen von einzelnen Laufbuchsen gewählt werden. Die Hohlprofile können mit Abstand, d. h. mit einem Abstands-kalter, ohne Abstand, d. h. bei Berührung ihrer äußeren Umfangsflächen, oder sogar mit unterschrittenem Abstand, d. h. bei einer Verminderung der Stärke der Hohlprofilwände, gefügt und als Zylinderlaufbuchsen in einen Zylinderblock eingegossen werden. Dies ermöglicht insbesondere bei einem vorgegebenen Zylinderbohrungsmittenabstand den Innendurchmesser der Laufbuchsen gegenüber dem Stand der Technik zu vergrößern und dadurch einen größeren Zylinderhubraum zu erzielen. In vorteilhafter Weise sind somit bei einer gleichbleibenden Hublänge und einem gleichbleibenden Zylinderbohrungsmittenabstand größere Hubräume und damit höhere Leistungen des Verbrennungsmotors möglich.

[0013] Eine dreh- und verschiebesichere Fixierung der Zylinderlaufbuchsen ist bei dem erfindungsgemäßen Hohlprofilverbund, selbst bei sehr kleinen oder verschwindenden Laufbuchsenabständen, stets gewährleistet, da die Laufbuchsen, unabhängig von den gießtechnischen Beschränkungen im Stand der Technik, beim Eingießen bereits sicher gefügt sind. Ein Lösen einzelner Laufbuchsen aus dem gefügten Verbund während des Betriebs des Verbrennungsmotors ist, im Unterschied zum Stand der Technik, wo vor allem bei sehr kleinen Stegbreiten zwischen den Laufbuchsen und bei hohen Drehzahlen des Verbrennungsmotors die Gefahr einer Lockerung einzelner Laufbuchsen besteht, bei einer (stets möglichen) hinreichend festen Fügung der Hohlprofile nicht zu befürchten. Darüber hinaus ist durch den starren Verbund der Hohlprofile die Verwindungssteifigkeit des Zylinderblocks deutlich verbessert.

[0014] Beim Eingießen des Hohlprofilverbunds zeigt sich weiterhin der Vorteil, dass im Unterschied zum Stand der Technik, wo jede Laufbuchse einzeln positioniert und fixiert werden muss, der Verbund nur als Ganzes positioniert und fixiert zu werden braucht. Da eine Bewegung einzelner Hohlprofile im Verbund

beim Eingießen nicht möglich ist, ist die relative Lage der einzugießenden Laufbuchsen stets gleich. Die nur noch notwendige Positionierung und Fixierung des gesamten Verbunds ist grundsätzlich einfacher, sicherer und vor allem auch schneller zu bewerkstelligen als bei einzelnen Laufbuchsen, wie im Stand der Technik. Dies trägt in vorteilhafter Weise dazu bei, die Ausschussquote bei der Fertigung der Zylinderblöcke zu reduzieren, und durch den gewonnenen Zeitvorteil das Verfahren zu beschleunigen.

[0015] Die Hohlprofile werden vorzugsweise durch Anbringen von Fügenähten mittels eines herkömmlichen Schweißverfahrens gefügt. Hierzu kann beispielsweise das Laserstrahl-, Elektronenstrahloder Reibrührschweißen eingesetzt werden. Andererseits besteht grundsätzlich auch die Möglichkeit, dass die Hohlprofile ausschließlich oder zusätzlich durch Formschluss gefügt werden. Beispielsweise können die Hohlprofile in der Art einer Schwalbenschwanzführung entlang der Profilachsen gefügt werden, durch welche die Hohlprofile in einer Richtung senkrecht zu den Profilachsen befestigt werden.

[0016] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verbunds von Hohlprofilen weisen die Hohlprofile zum Fügen geeignete Stoßflächen an ihren äußeren Umfangsflächen auf. Diese Stoßflächen können beispielsweise Abflachungen sein, welche beim Fügen des Verbunds zur gegenseitigen Anlage gebracht werden. Abflachungen haben den besonderen Vorteil, dass die Hohlprofile noch "enger" gefügt werden können und dadurch, bei gegebenem Zylinderbohrungsmittenabstand und gegebenem Längshub, sowie unter Berücksichtigung einer mindestens notwendigen Wandstärke der Hohlprofile, die Querschnittsfläche des Hohlprofils und damit der Hubraum der Laufbuchse noch weiter vergrößert werden können.

[0017] Wie eingangs bereits geschildert, können die Hohlprofile mit, ohne oder unterschrittenem Abstand zwischen benachbarten Hohlprofilen gefügt werden, so dass stets gewährleistet ist, dass der Abstand der Hohlzylinderachsen einem vorgegebenen Zylinderbohrungsmittenabstand der eingegossenen Laufbuchsen entspricht.

[0018] Bei den modernen Verbrennungsmotoren ist die Zylinderkopfdichtung aufgrund hoher Temperaturen und Drücke im Brennraum immer stärkeren Belastungen ausgesetzt, weshalb der Zylinderkopf mit sehr hoher Presskraft auf den Zylinderblock aufgedrückt werden muss. Um die damit verbundenen nachteiligen Folgeerscheinungen (z. B. Druckkriechen) zu vermeiden, ist es vorteilhaft, wenn durch eine Kühlung zwischen den Laufbuchsen die Fließgrenzen des Materials nicht erreicht werden und deshalb plastische Verformungen vermieden werden können.

[0019] Zu diesem Zweck kann im erfindungsgemäßen Verbund im Fügebereich zwischen benachbarten Hohlprofilen in vorteilhafter Weise wenigstens ein zum Transport von Kühlfluid geeigneter, einseitig oder beidseitig offener Kanal geformt sein. Durch die

Kühlung des Fügebereichs, wozu Kühlfluid durch den einseitig oder beidseitig offenen Kanal gepumpt wird, kann in vorteilhafter Weise eine plastische Verformung von Material aufgrund einer hohen Vorspannung des Zylinderkopfs vermieden werden.

[0020] Ein derartiger Kanal kann so gestaltet sein, dass er innerhalb des Fügebereichs in wenigstens einer der äußeren Umfangsflächen der benachbarten Hohlprofile ausgespart ist. So kann der Kanal entweder durch eine Aussparung in nur einer äußeren Umfangsfläche oder durch Aussparungen in beiden äußeren Umfangsflächen der benachbarten Hohlprofile, wobei sich die Aussparungen der benachbarten Hohlprofile zu einem Kanal ergänzen, geformt sein.

[0021] Alternativ hierzu kann der Kanal von einem innerhalb des Fügebereichs angeordneten und befestigten Kanalhohlprofil gebildet sein. Ein derartiges Kanalhohlprofil wird zunächst zwischen den zu einem Verbund zu fügenden Hohlprofilen positioniert, welche anschließend gefügt werden. Zum Fügen der Hohlprofile kann benachbarte Hohlprofile jeweils an dem zwischen ihnen befindlichen Kanalhohlprofil, beispielsweise durch eine Fügenaht, befestigt werden. Zudem lässt sich über die Abmessung eines Kanalhohlprofils längs der reihenförmigen Anordnung der Hohlprofile der Abstand der Hohlprofile im Hinblick auf einen vorgegebenen Zylinderbohrungsmittenabstand variieren. Alternativ hierzu kann ein zwischen den Hohlprofilen angeordnetes zur Einhaltung eines bestimmaren Abstands vorgesehene Abstandsprofil einen Kanal zum Transport von Kühlfluid formen. Das Abstandsprofil unterscheidet sich vom Kanalhohlprofil dahingehend, dass der Kanal ausschließlich von dem Kanalhohlprofil geformt ist, während hierzu bei dem Abstandsprofil auch Abschnitte der äußeren Umfangsflächen der angrenzenden Hohlprofile teilhaben.

[0022] Vorzugsweise befindet sich ein Kanal zum Kühlen im wesentlichen nur auf Höhe des zur Verbrennung von Kraftstoff vorgesehenen Raums der als Laufbuchsen einzugießenden Hohlprofile, um eine Kühlung der den hohen Temperaturen am stärksten ausgesetzten Bereiche zu bewirken. Insbesondere ist es bevorzugt, wenn sich ein solcher Kanal im wesentlichen nur auf Höhe des der Zylinderkopfdichtung angrenzenden Endes der als Laufbuchsen einzugießenden Hohlprofile befindet, so dass vor allem der der Zylinderkopfdichtung angrenzende Bereich gekühlt wird, und ein Druckkriechen des unmittelbar unter der Zylinderkopfdichtung befindlichen Materials unterbunden werden kann.

[0023] Erfindungsgemäß können die aus einer Leichtmetall-Legierung mit eingelagerten Hartphasen gebildeten Hohlprofile aus einer, gegebenenfalls übereutektischen, Aluminium-Silizium-Legierung bestehen. In dieser Legierung werden die eingelagerten Hartphasen durch das Silizium gebildet. Andere als Hartphasen in der Aluminiummatrix geeignete Elemente können beispielsweise SiC, TiO₂ oder Al₂O₃ sein.

[0024] Der Gehalt von Silizium in der Aluminium-Silizium-Legierung beträgt vorteilhaft 12-40 Gew.-%, bevorzugt 17-30 Gew.-%, und insbesondere bevorzugt 25 Gew.-%, jeweils bezogen auf das Gesamtgewicht der Legierung.

[0025] Die als Laufbuchsen einzugießenden Hohlprofile aus Leichtmetall-Legierung mit eingelagerten Hartphasen, beispielsweise aus einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung, werden vorteilhaft durch das Sprühkompaktierverfahren hergestellt, welches an sich bekannt ist, und hier deshalb nicht näher erläutert werden muss.

[0026] Bei dem Material des den Kühlkanal bildenden Kanalhohlprofils handelt es sich vorteilhaft um gut formbare Leichtmetall-Legierungen, beispielsweise Aluminiumlegierungen, bei denen man auf einen übereutektischen Gehalt von Hartphasen ergebenden Elementen verzichten kann.

[0027] In dem erfindungsgemäßen Hohlprofilverbund weisen die als Laufbuchsen einzugießenden Hohlprofile vorteilhaft eine Wandstärke im Bereich von 3-8 mm, insbesondere bevorzugt ungefähr 4 mm auf.

[0028] Der Verbund besteht vorzugsweise aus 2, 3, 4, 5, 6 oder 8 Hohlprofilen. Beispielsweise kann ein Verbund aus 4 gefügten Hohlprofilen in den Zylinderblock eines Vierzylinder-Reihenmotors, oder in zweifacher Ausfertigung, in den Zylinderblock eines V8-Motors (2 Reihen à 4 Zylinder) als Laufbuchsen eingegossen werden. In entsprechender Weise kann ein V6-Motor mit zwei einzelnen Verbünden aus jeweils 3 gefügten Hohlprofilen als Laufbuchsen bestückt werden.

[0029] Der Hohlprofilverbund kann zum genauen und einfachen Positionieren beim Eingießen in einen Zylinderblock bzw. ein Kurbelgehäuse vorteilhaft mit Positionier- bzw. Kennmarken ausgestattet werden, welche zu diesem Zweck am Verbund angebracht werden können.

[0030] Gegenstand der Erfindung ist ferner ein Verfahren zum Herstellen eines, wie vorstehend beschriebenen, erfindungsgemäßen Verbunds aus Hohlprofilen, bei welchem durch die aufeinanderfolgenden Schritte Sprühkompaktieren, Warmstrangpressen und Warmumformen gefertigte zylindrische Hohlprofile kraftund/oder formschlüssig gefügt werden. Insbesondere werden hierbei die durch das Sprühkompaktieren gefertigten Bolzen bei einer Temperatur im Bereich von 300-550°C warmstranggepresst und anschließend bei einer Temperatur im Bereich von 300-450°C rundgeknetet.

[0031] Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Eingießen eines, wie oben beschriebenen, erfindungsgemäßen Verbunds von Hohlprofilen, bei welchem der Verbund in einer den Zylinderblock formenden Gießform positioniert und mit Leichtmetallwerkstoff umgossen wird. Hierbei wird vorzugsweise das Druckgussverfahren eingesetzt. Vorteilhaft erfolgt die Positionierung des Hohlprofilverbunds in der Gießform durch am Hohlprofilverbund angebrachte Positi-

oniermarken. Wurde der Hohlprofilverbund mit Kanälen versehen, so ist es vorteilhaft, wenn in die Kanäle für Schmelze undurchlässige Salz- oder Sandkerne eingebracht werden.

[0032] Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert, wobei Bezug auf die beigefügten Zeichnungen genommen wird. Es zeigen

[0033] **Fig. 1** eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Verbunds von Hohlprofilen;

[0034] **Fig. 2** Schnittansichten senkrecht zur Profillachse von Hohlprofilen vor dem Fügen, ohne Kühlkanäle (**Abb. a**) und mit Kühlkanälen in zwei unterschiedlichen Ausführungen (**Abb. b, c**);

[0035] **Fig. 3** Schnittansichten senkrecht zur Profillachse der Hohlprofile von **Fig. 2** nach dem Fügen, wobei die Hohlprofile über eine Fügenaht verbunden sind;

[0036] **Fig. 4** Schnittansichten senkrecht zur Profillachse von Hohlprofilen nach dem Fügen, wobei sich zwischen zwei Hohlprofilen ein Kanal-Hohlprofil (**Abb. a**) bzw. ein einen Kanal formendes Abstandsprofil (**Abb. b**) befindet.

[0037] In den Figuren sind einander entsprechende Elemente mit den gleichen Bezugsziffern bezeichnet.

[0038] Zunächst sei **Fig. 1** betrachtet, worin eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Verbunds 1 von zylindrischen Hohlprofilen zum Eingießen als Zylinderlaufbuchsen in den Zylinderblock bzw. das Kurbelgehäuse eines Verbrennungsmotors dargestellt ist. Wie aus **Fig. 1** ersichtlich ist, sind drei zylindrische Hohlprofile 2, 3, 4 unmittelbar an ihren äußeren Umfangsflächen in einer Reihe zu einem festen Verbund gefügt, wobei die Hohlprofilachsen einen Abstand haben, welcher einem vorgegebenen Zylinderbohrungsmittenabstand eines Zylinderblocks entspricht.

[0039] Die Hohlprofile wurden durch Sprühkompaktieren gefertigt und bestehen aus einer Aluminium-Silizium-Legierung mit einem Silizium-Gehalt von 25 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Legierung. Die Wandstärke der Hohlprofile beträgt 4 mm. Die Hohlprofile wurden durch Schweißen gefügt.

[0040] Der Verbund aus drei Hohlprofilen ist in zweifacher Ausfertigung beispielsweise zum Eingießen als Laufbuchsen für einen V6-Motor geeignet (2 Reihen à 3 Zylinder).

[0041] **Fig. 2** zeigt Schnittansichten in einer Ebene senkrecht zur Profillachse von unterschiedlichen Hohlprofilen, welche zu einem Verbund gefügt werden sollen. Die obere **Abb. a**) zeigt Hohlprofile 2, 3, 4, welche in ihren äußeren Umfangsflächen in Form von Abflachungen 5 geformte Stoßflächen aufweisen. Die Abflachungen 5 sind derart angeordnet, dass sie beim Fügen der Hohlprofile zur gegenseitigen Anlage gelangen. Die mittlere **Abb. b**) zeigt Hohlprofile 2, 3, 4, in deren äußeren Umfangsflächen Aussparungen 7 ausgebildet sind. Die Aussparungen 7 sind so angeordnet, dass sie beim Fügen der Hohlprofile einen gemeinsamen Hohlraum, nämlich den Kanal zum

Transport von Kühlfluid formen. **Abb. c**) zeigt eine Variante der Hohlprofile von **Abb. b**), bei welcher die Hohlprofile 2, 3, 4 in ihren den Aussparungen 7 angrenzenden äußeren Umfangsflächen mit Stoßflächen in Form von Abflachungen 6 versehen sind, welche beim Fügen der Hohlprofile zur gegenseitigen Anlage kommen.

[0042] **Fig. 3** zeigt Schnittansichten senkrecht zur Profillachse der Hohlprofile von **Fig. 2** nach dem Fügen. In **Abb. a**) sind die an ihren Abflachungen 5 gefügten Hohlprofile 2, 3, 4 gezeigt. Wie aus **Fig. 3** ersichtlich ist, sind angrenzende Hohlprofile jeweils durch eine Fügenaht 9 verbunden. In **Abb. b**) sind die mit Aussparungen 7 versehenen Hohlprofile 2, 3, 4 in gefügten Zustand gezeigt. Die Aussparungen benachbarter Hohlprofile formen jeweils gemeinsam einen Kanal 8 zum Transport von Kühlfluid. Angrenzende Hohlprofile sind durch die Fügenahte 9 verbunden. In **Abb. c**) sind die an ihren Stoßflächen 6 gefügten Hohlprofile 2, 3, 4 gezeigt. Angrenzende Aussparungen 7 formen jeweils einen Kanal 8 zum Transport von Kühlfluid. Die Hohlprofile sind mittels der Fügenahte 9 gefügt. Durch die Stoßflächen 6 wird einerseits bewirkt, dass die Anlagefläche angrenzender Hohlprofile gegenüber der in **Abb. b**) dargestellten Ausführungsform in vorteilhafter Weise vergrößert wird, andererseits kann hierdurch bei einer gleichbleibenden Tiefe der Aussparungen ein unterschiedliches Lumen der Kanäle 8 im Hinblick auf eine zu erzielende Kühlleistung beim Transport des Kühlfluids realisiert werden. Ferner ermöglicht das Anbringen der Stoßflächen 6 den Abstand der Hohlprofile einem kleineren Zylinderbohrungsmittenabstand anzupassen.

[0043] **Fig. 4** zeigt Schnittansichten senkrecht zur Profillachse von Hohlprofilen 2, 3, 4 nach dem Fügen, wobei zwischen zwei Hohlprofilen ein Kanalhohlprofil 10 (**Abb. a**) bzw. ein Abstandsprofil 11 (**Abb. b**) angeordnet ist. In den in **Fig. 4** gezeigten Ausführungsformen sind die Hohlprofile jeweils mit Stoßflächen in Form von Abflachungen 5 versehen, welche von jeweils zwei Seiten zur Anlage gegen die Kanalhohlprofile 10 bzw. Abstandsprofile 11 gelangen. Die Kanalhohlprofile 10 bzw. Abstandsprofile 11 sind jeweils mit angrenzenden Hohlprofilen durch die Fügenahte 9 verbunden. Jedes Kanalhohlprofil 10 formt einen Kanal 8 zum Transport von Kühlfluid. Ebenso formt jedes Abstandsprofil 11, gemeinsam mit angrenzenden Abschnitten der äußeren Umfangsflächen der Hohlprofile einen Kanal 8 zum Transport von Kühlfluid. Eine geeignete Dimensionierung der Kanalhohlprofile 10 bzw. Abstandsprofile 11 ermöglicht den Abstand der Hohlprofilachsen entsprechend einem vorgegebenen Zylinderbohrungsmittenabstand einzustellen. Ebenso kann das Lumen der Kanäle im Hinblick auf eine zu erzielende Kühlleistung beim Transport des Kühlfluids variiert werden.

[0044] Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf die beschriebenen Ausführungsformen beschränkt. Insbesondere können die beschriebenen Ausführ-

rungsformen in geeigneter Weise miteinander kombiniert werden.

Patentansprüche

1. Verbund von zylindrischen Hohlprofilen aus einer Leichtmetall-Legierung mit eingelagerten Hartphasen zum Eingießen als Zylinderlaufbuchsen in einen Zylinderblock eines Verbrennungsmotors, bei welchem eine Mehrzahl von Hohlprofilen (2, 3, 4) in einer reihenförmigen Anordnung, in welcher der Achsenabstand der Hohlprofile dem Zylinderbohrungsmittenabstand des Zylinderblocks entspricht, kraft- und/oder formschlüssig gefügt sind.

2. Verbund nach Anspruch 1, bei welchem die Hohlprofile durch Fügenähte (9) gefügt sind.

3. Verbund nach Anspruch 2, bei welchem die Fügenähte durch Schweißen, insbesondere Laser-, Elektronenstrahl- oder Reibrührschweißen, erzeugt sind.

4. Verbund nach Anspruch 1, bei welchem die Hohlprofile in der Art einer Schwalbenschwanzführung gefügt sind.

5. Verbund nach Anspruch 1, bei welchem die Hohlprofile in ihren äußeren Umfangsflächen zum Fügen geeignete Stoßflächen, insbesondere in Form von Abflachungen (5, 6), aufweisen.

6. Verbund nach Anspruch 1, bei welchem die Hohlprofile mittels eines Abstandshalters gefügt sind.

7. Verbund nach Anspruch 1, bei welchem innerhalb des Fügebereichs zwischen zwei benachbarten Hohlprofilen wenigstens ein einseitig oder zweiseitig offener Kanal (8) zum Transport eines Kühlfluids geformt ist.

8. Verbund nach Anspruch 7, bei welchem der Kanal in wenigstens einer der äußeren Umfangsflächen der Hohlprofile ausgespart ist.

9. Verbund nach Anspruch 7, bei welchem der Kanal durch ein Kanalhohlprofil (10) geformt ist.

10. Verbund nach Anspruch 7, bei welchem der Kanal durch ein Abstandsprofil (11) geformt ist.

11. Verbund nach Anspruch 7, bei welchem sich der Kanal im wesentlichen nur auf Höhe des zur Verbrennung von Kraftstoff vorgesehenen Raums der als Laufbuchsen eingegossenen Hohlprofile befindet.

12. Verbund nach Anspruch 7, bei welchem sich der Kanal im wesentlichen nur auf Höhe des der Zylinderkopfdichtung angrenzenden Endes der als Laufbuchsen eingegossenen Hohlprofile befindet.

13. Verbund nach Anspruch 1, bei welchem die Hohlprofile aus einer Aluminium-Silizium-Legierung bestehen.

14. Verbund nach Anspruch 13, bei welchem der Silizium-Gehalt der Aluminium-Silizium-Legierung 12-40 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Legierung, beträgt.

15. Verbund nach Anspruch 13, bei welcher der Silizium-Gehalt der Aluminium-Silizium-Legierung 17-30 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Legierung, beträgt.

16. Verbund nach Anspruch 13, bei welchem der Silizium-Gehalt der Aluminium-Silizium-Legierung 25 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Legierung, beträgt.

17. Verbund nach Anspruch 1, bei welchem die Hohlprofile durch Sprühkompaktieren hergestellt sind.

18. Verbund nach Anspruch 1, bei welchem die Hohlprofile eine Wandstärke im Bereich von 3-8 mm aufweisen.

19. Verbund nach Anspruch 1, bei welchem die Hohlprofile eine Wandstärke von ungefähr 4 mm aufweisen.

20. Verbund nach Anspruch 1, welcher Positioniermarken zum Positionieren des Verbunds beim Eingießen in den Zylinderblock bzw. in das Kurbelgehäuse aufweist.

21. Verbund nach Anspruch 1, welcher aus 2, 3, 4, 5 6 oder 8 Hohlprofilen besteht.

22. Zylinderblock oder Kurbelgehäuse, enthaltend einen eingegossenen Verbund von Hohlprofilen nach Anspruch 1.

23. Verfahren zum Herstellen eines Verbunds von Hohlprofilen nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 21, bei welchem Verfahren durch die aufeinanderfolgenden Schritte Sprühkompaktieren, Warmstrangpressen und Warmumformen gefertigte zylindrische Hohlprofile kraft- und/oder formschlüssig gefügt werden.

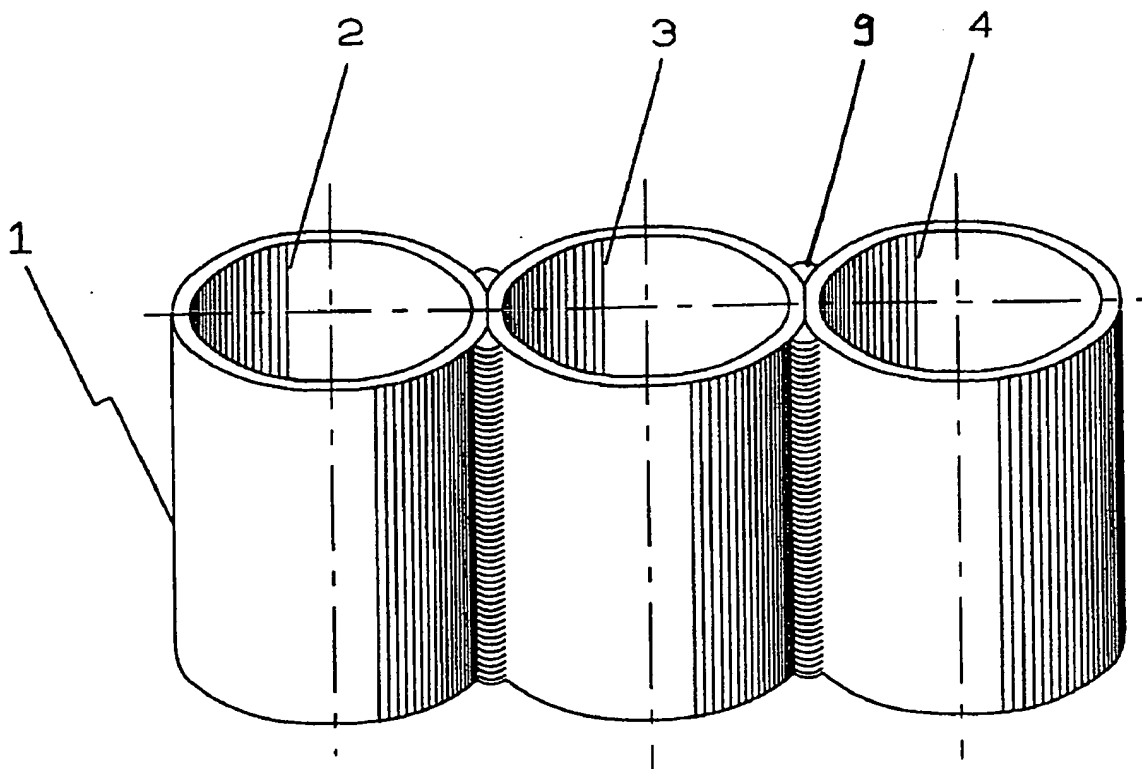
24. Verfahren zum Eingießen eines Verbunds von Hohlprofilen nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 21 in einen Zylinderblock bzw. Kurbelgehäuse eines Verbrennungsmotors, bei welchem Verfahren der Verbund in einer den Zylinderblock formenden Gießform positioniert und mit Leichtmetallwerkstoff umgossen wird.

25. Verfahren nach Anspruch 24, bei welchem

die Positionierung des Verbunds durch am Verbund angebrachte Positioniermarken erfolgt.

26. Verfahren nach Anspruch 23, bei welchem in den wenigstens einen Kanal zum Transport von Kühlfluid ein für Schmelze undurchlässiger Salz- oder Sandkern eingebracht wird.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen



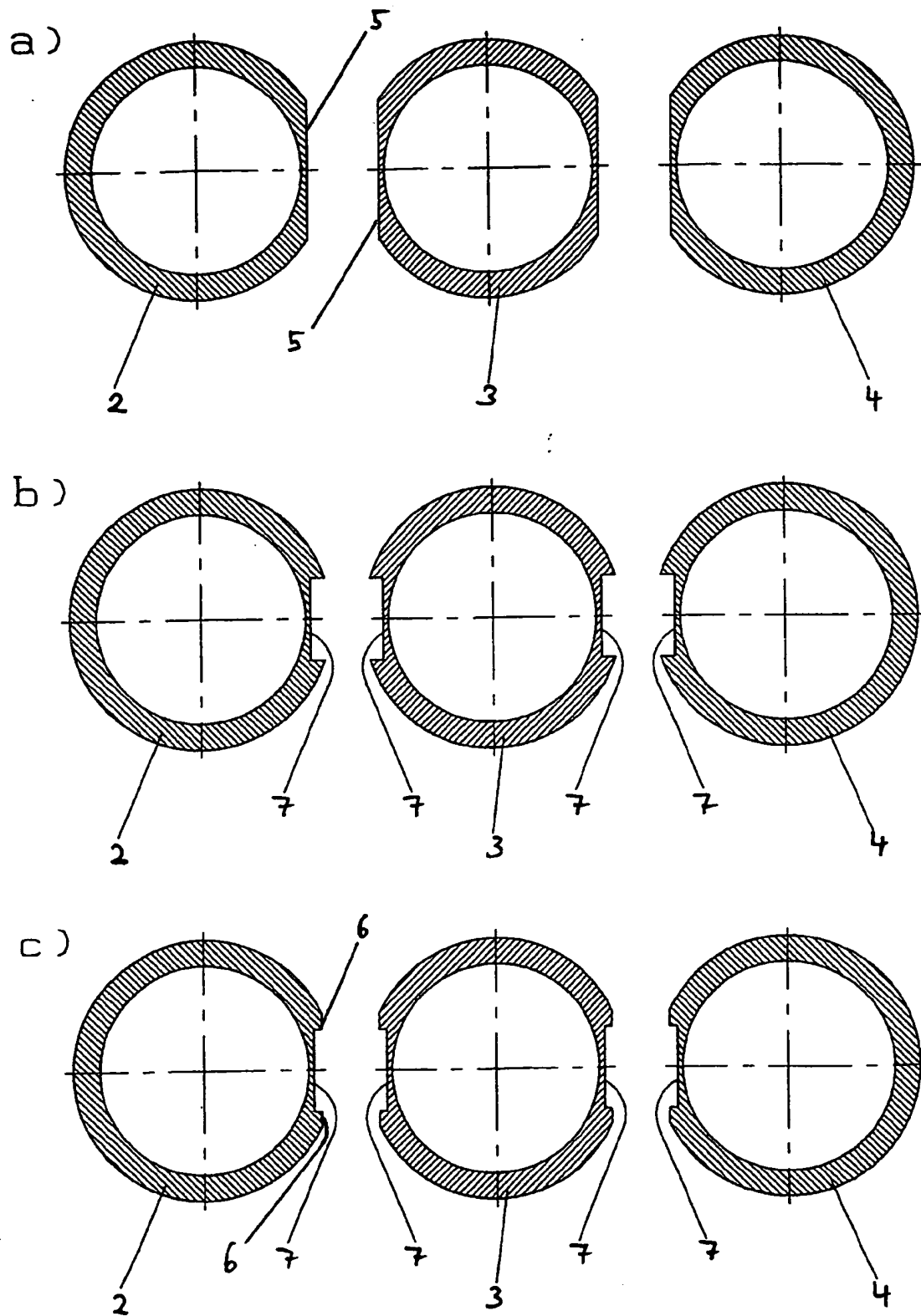


Fig.2

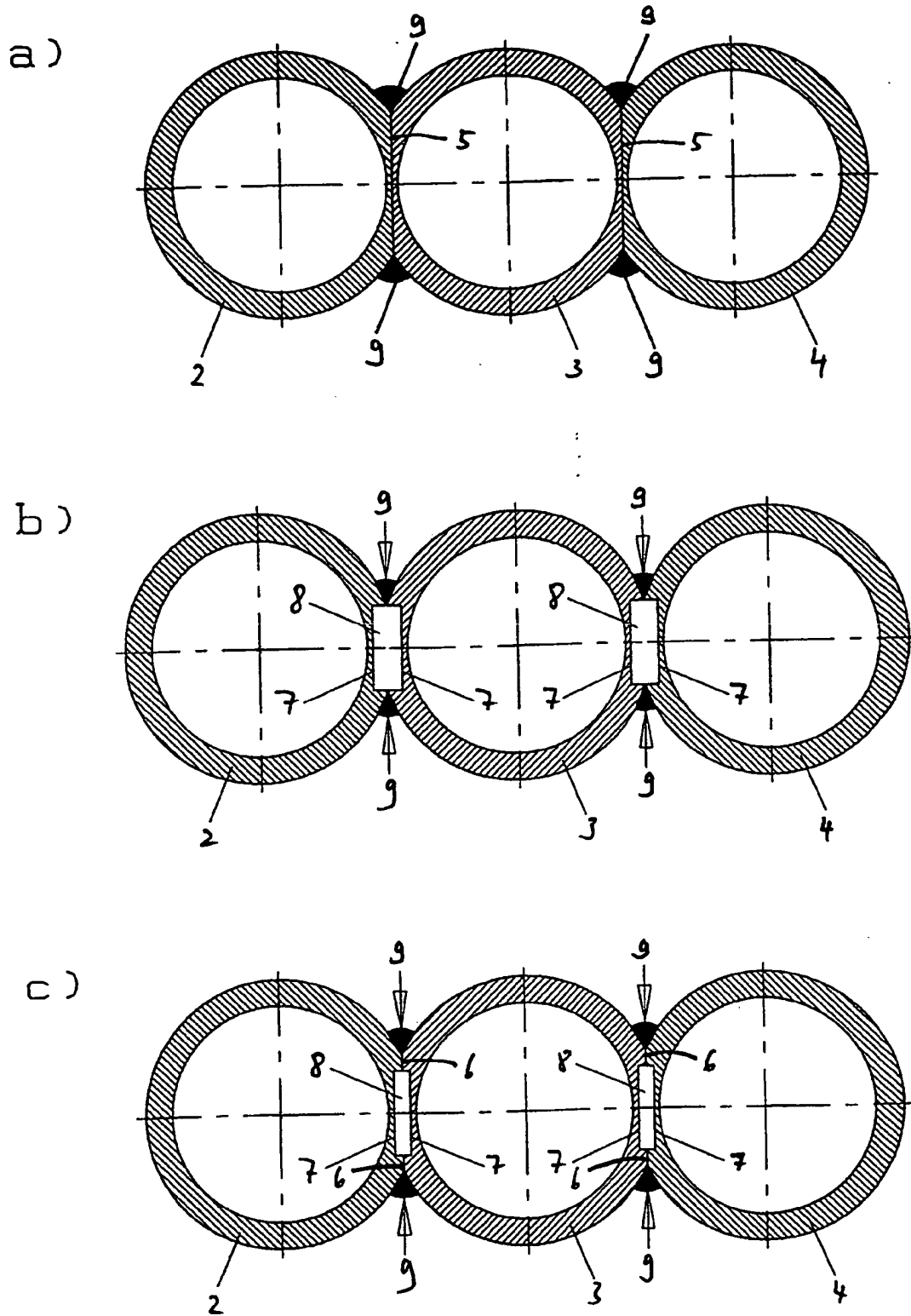


Fig.3

